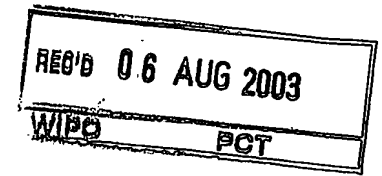


PCT/CN03/00507

证 明



本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2002 07 01

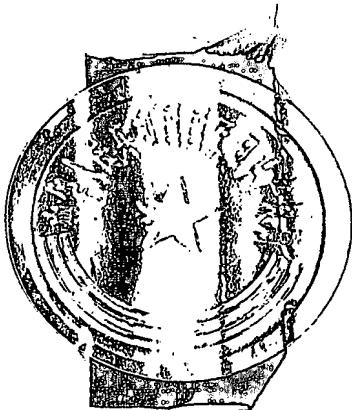
申 请 号： 02 1 37876.2

申 请 类 别： 发明

发明创造名称： 铁磁性室温磁制冷材料及其制造方法

申 请 人： 南京大学

发明人或设计人： 卢定伟



PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

中华人民共和国
国家知识产权局局长

王 荣 川

2003 年 7 月 14 日

Best Available Copy

权 利 要 求 书

1、一种铁磁性室温磁制冷材料，其特征在于它是由材料片单元叠压而成，材料片单元与材料片单元之间设有凸点，使材料片单元与材料片单元之间形成流体流动的通道，所述的材料片单元包括上下两层金属皮，在金属皮之间设有充满铁磁性室温磁制冷工质的金属载体层。

2、根据权利要求1所述的铁磁性室温磁制冷材料，其特征在于所述的凸点为厚度不大于材料片单元厚度的金属片或直径为0.01—0.1毫米的球形金属粉。

3、根据权利要求1所述的铁磁性室温磁制冷材料，其特征在于所述的材料片单元中两金属皮间有压痕，使金属皮间形成一个一个相互不通的小区间。

4、根据权利要求1或3所述的铁磁性室温磁制冷材料，其特征在于金属皮的厚度小于0.05毫米，材料片单元的厚度小于0.1毫米，材料片单元叠压后的厚度为0.1—100毫米。

5、根据权利要求1所述的铁磁性室温磁制冷材料，其特征在于所述的铁磁性室温磁制冷工质的粒径尺寸小于0.01毫米。

6、根据权利要求1所述的铁磁性室温磁制冷材料，其特征在于所述的金属皮为铜皮。

7、根据权利要求1所述的铁磁性室温磁制冷材料，其特征在于所述的金属皮之间的金属载体层中的金属为金属铝或熔点小于金属皮的金属。

8、根据权利要求1所述的铁磁性室温磁制冷材料的制造方法，其特征在于：

1) 将铁磁性室温磁制冷工质通过粉碎、球磨、等离子喷涂或机床加工成粒径尺寸小于0.01毫米的粉末；

2) 将工质载体金属熔化，加入上述工质；

3) 选用熔点高于工质载体金属的金属皮，其厚度小于0.05毫米；

4) 将含有工质的熔化状态的工质载体金属紧密封在两金属皮之间，并压成厚度小于0.1毫米的材料片单元；

5) 将材料片单元叠压在一起形成片簇，片簇的厚度为0.1—100毫米，在材料片单元之间设有厚度不大于材料片单元厚度的金属片或垫有直径为0.01—0.1毫米的球形金属粉，使材料片单元之间形成有流体可以流动的通道；

权 利 要 求 书

9、根据权利要求 8 所述的铁磁性室温磁制冷材料的制造方法，其特征在于将材料片单元中的两金属皮间隔压死，使两金属皮之间形成一个一个相互不通的小区间。

10、根据权利要求 8 或 9 所述的铁磁性室温磁制冷材料的制造方法，其特征在于所述金属皮选用铜皮，工质载体金属选用铝。

说明书

铁磁性室温磁制冷材料及其制造方法

一、技术领域

本发明涉及一类制冷工质及其制法磁体，特别是用于室温磁制冷的铁磁性材料的装片成型及其制法。

二、背景技术

现代社会的发展和生活质量的提高要求有舒适的环境，作为现代科学的血液的制冷技术在近 200 年逐步发展和成熟，给人类的生活带来了舒适和享受，也给科学和技术提供了研究和使用的平台。因为人类能源有三分之一消耗在制冷上，因此制冷技术的状况对人类的生存极为重要。制冷技术主要有液体汽化制冷、气体膨胀制冷、吸附制冷、热电制冷、涡流管制冷、热声制冷、脉冲管制冷以及磁制冷等多种形式，但最流行的是液体汽化制冷。液体汽化制冷需要使用氟里昂，它不但破坏大气层上空的臭氧环境，而且还具有温室效应，因此制冷直接影响了能源的使用和环境的质量，研究和发​​展节能环保的新型制冷方式就非常迫切和意义重大。

磁制冷作为一种制冷方式在 1926 年就在科学上得以确认，它理论上具有最高的循环效率，而且没有压缩机，所以就成为物理学家梦寐以求的制冷方式。但后来的研究仅仅在极低温领域（绝对零度附近）获得成功，并且早已生产出了氦的磁制冷液化设备。在室温磁制冷部分则经历了太多的失败后长期停滞不前，一直没有什么进展。和低温下的磁制冷不同，室温磁制冷在循环方式、磁制冷工质以及磁场上都有特殊的要求，因此实现起来十分艰难。

1976 年，美国宇航局（NASA）的 Brown 使用钆板加混有水的酒精作蓄冷剂在超导磁场环境下首先实现了 38 度的温差，向人类显示了室温磁制冷的可能性。

1982 年，美国的 Barclay 和 Clayart 提出了主动式磁蓄冷器（AMR）的新概念，为实用化的室温磁制冷做了理论上的准备。

1990 年，美国能源部资助 NASA 和衣阿华大学 Ames 实验室开展基于 AMR 的室温磁制冷样机研究。在室温磁制冷材料研究上，他们于 1997 年发现钆硅锆合金具有超过钆的所谓巨磁热效应，给主动式磁蓄冷器找到了用武之地。在室温磁制冷机的研究上，经过近 8 年的艰苦摸索，1997 年人类第一台能长期高效运转的往复式室温磁制冷机宣告问世。其使用的制冷工质是金属钆球，直径在 0.1mm~0.3mm 之间，重量为 3 公斤，使用的超导磁场为

说明书

1.5~5 特斯拉，循环周期为 6 秒，运转了 1500 小时。在 5 特斯拉磁场下工作时热力学完善度达到 60%，在 1.5 特斯拉磁场下工作时则大约为 20%。这项工作预示着室温磁制冷技术走向实用时代的来临。

室温磁制冷是制冷的必然发展之路，它必将在不久的将来取代现行的制冷方式。一切与传统制冷方式相联系的空调、冰箱和其他制冷机将完成革命性的转变。但是，室温磁制冷要走向市场首先需要解决效率问题、可靠性问题和经济性问题。随着室温磁制冷技术的逐步成熟，全世界的制冷产业将彻底改变现有的产品结构，其市场不可估量。制冷自 1997 年以来，室温磁制冷就开始了实用化研究。由于室温磁制冷要求的竞争对象和参照标准是传统的蒸汽压缩式制冷，因此不但要求室温磁制冷具有价格的优势，而且也要求有小的体积和高的工作效率。对于这样的问题，我们认为可以通过提高运行速度、寻找具有大磁热效应的室温磁制冷材料和增加磁场强度等方式来解决。因为室温磁制冷必须使用磁体，而且要求尽可能高的磁场和尽可能大的工作空间，因此对室温磁制冷的磁体设计提出了高要求。

三、发明内容

1、发明目的：本发明的目的是提供一种铁磁性室温磁制冷材料及其制造方法，以达到增加室温磁制冷的磁场，提高制冷量，增加磁体的磁场，增加磁体装配的可扩充性：

2、技术方案：为实现上述目的，本发明所述的一种铁磁性室温磁制冷材料，其特征在于它是由材料片单元叠压而成，材料片单元材料片单元之间设有凸点，使材料片单元与材料片单元之间形成流体流动的通道，所述的材料片单元包括上下两层金属皮，在金属皮之间设有充满铁磁性室温磁制冷工质的金属载体层。

所述的凸点为厚度不大于材料片单元厚度的金属片或直径为 0.01—0.1 毫米的球形金属粉。

所述的材料片单元中两金属皮间有压痕，使金属皮间形成一个一个相互不通的小区间。金属皮的厚度小于 0.05 毫米，材料片单元的厚度小于 0.1 毫米，材料片单元叠压后的厚度为 0.1—100 毫米。

所述的铁磁性室温磁制冷工质的粒径尺寸小于 0.01 毫米。所述的金属皮为铜皮。

所述的金属皮之间的金属载体层中的金属为金属铝或熔点小于金属皮的金属。

说明书

所述的铁磁性室温磁制冷材料的制造方法，其特征在于：将铁磁性室温磁制冷工质通过粉碎、球磨、等离子喷涂或机床加工成粒径尺寸小于 0.01 毫米的粉末；将工质载体金属熔化，加入上述工质；选用熔点高于工质载体金属的金属皮，其厚度小于 0.05 毫米；将含有工质的熔化状态的工质载体金属紧密封在两金属皮之间，并压成厚度小于 0.1 毫米的材料片单元；将材料片单元叠压在一起形成片簇，片簇的厚度为 0.1—100 毫米，在材料片单元之间设有厚度不大于材料片单元厚度的金属片或垫有直径为 0.01—0.1 毫米的球形金属粉，使材料片单元之间形成有流体可以流动的通道；将材料片单元中的两金属皮间隔压死，使两金属皮之间形成一个一个相互不通的小区间。所述金属皮选用铜皮，工质载体金属选用铝。

室温磁制冷的基本工作原理是利用磁性材料进出磁场时具有的温度效应。因为一次净的温度效应较小，需要将这样的温度效应通过有效的技术手段放大并且积累，所以需要采用所谓的主动式磁蓄冷器来达到目的。在主动式磁蓄冷器中，磁工质在制冷的同时还充当蓄冷器的角色，需要与外界的流体传热来调节工质的温度变化，所以换热效率和防氧化等问题在选用室温磁制冷工质时也就显得非常突出，需要特别加以注意。

3、有益效果：本发明与现有技术相比，其显著优点是：1) 解决了如何将室温磁制冷材料用于室温磁制冷的问题，特别是易氧化和易粉化的室温磁制冷材料在室温磁制冷上的应用；2) 完成了室温磁制冷材料与换热流体的隔绝，防止了工质的氧化；3) 利用铝的良好导热性能解决了室温磁制冷中换热慢的困难，同时磁热效应的减小很小。这对于提高室温磁制冷的循环速度具有很好的效果。

四、附图说明

图 1 是本发明所述的材料片单元结构示意图。

图 2 是本发明所述的材料片单元复合结构示意图。

五、具体实施方式

实施例 1：本发明制作的铁磁性室温磁制冷材料由材料片单元叠压而成，形成的片簇其厚度为 5 毫米，在材料片单元之间每隔 5 毫米设有一个直径为 1 毫米、高度为 0.05 毫米的小圆台，使材料片单元之间形成流体可以流动的通道，材料片单元由两层厚度为 0.01 毫米的铜皮构成，在铜皮之间设有金属铝层，铝中充满有室温磁制冷工质，该制冷工质为钆硅锆合金粉末，合金粉末的粒径为 0.005 毫米，材料片单元的厚度为 0.1 毫米。其



10

说明书

具体的制作工艺如下：

1、将室温磁制冷工质钆硅锆合金通过机械粉碎成合适大小的轧球，其尺寸为 0.005 毫米。

2、准备好厚度小于 0.01 毫米的铜皮，并且加温到 933.3 摄氏度。

3、将铝加温到 933.3 摄氏度而熔化，然后放入室温磁制冷工质粉。

4、在 933.3 摄氏度下将液体铝中的钆硅锆合金捞起压在两铜皮之间，轧球应该尽可能紧密。将这些材料压成厚度为 0.1 毫米的片。在所压片表面，每隔 5 毫米是一个直径为 1 毫米高度为 0.05 毫米的小圆台。每隔 3 毫米距离，将该铜片压死，使得在铜皮中间出现一个一个方形的相互不通的小区间。

5、将该材料片垒起成为片簇加压固定，以保证必要的机械强度。不要加压过大，为的是保证在片之间有流体可以流动的通道。片簇的厚度在为 5 毫米。

6、将这样成型的室温磁制冷材料作适当剪裁，就可以用于室温磁制冷机器了。具体的结构情况参见附图 1 和附图 2。

实施例 2：铁磁性室温制冷材料其结构和制造方法基本同于实施例 1，所不同的是：铁磁性室温制冷工质的粒径为 0.01 毫米，材料片单元的厚度为 0.05 毫米，在材料片单元之间撒上粒径为 0.05 毫米的球形金属粉，材料片单元叠压后形成的片簇厚度为 90 毫米。

说明书附图

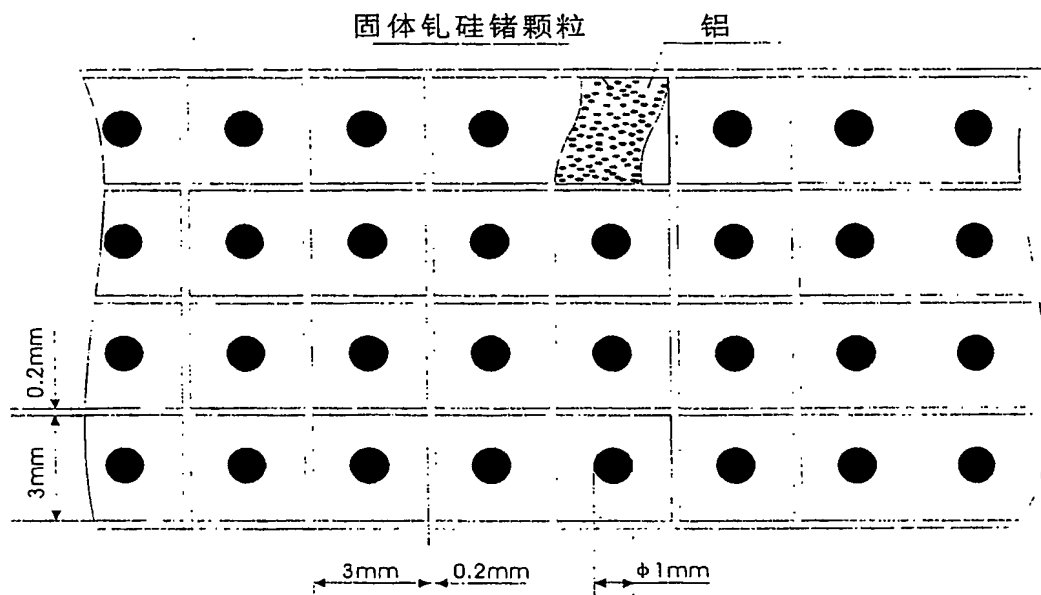


图 1

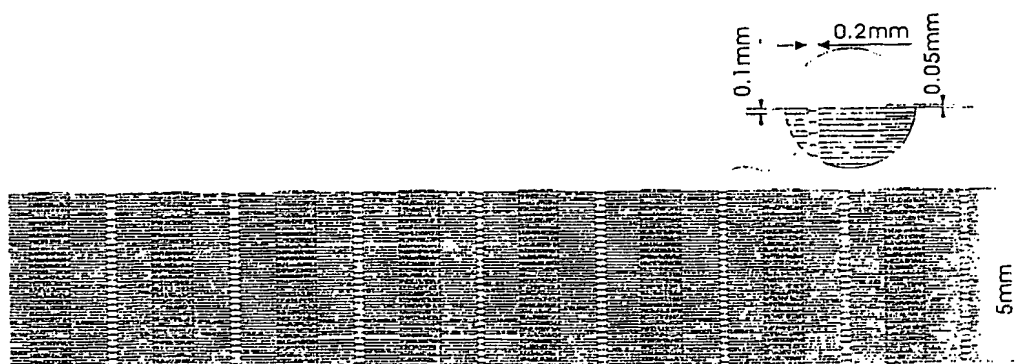


图 2